

**Energy supply circuit for automobile electrical network, uses multi-level controller with input/output terminals coupled to respective voltage supply paths for HV and LV loads and back-up storage battery**

**Patent number:** DE19846319  
**Publication date:** 2000-02-17  
**Inventor:** BLUEMEL ROLAND (DE); SCHMIDT FRITZ (DE)  
**Applicant:** DAIMLER CHRYSLER AG (DE)  
**Classification:**  
 - international: B60R16/02; H02M3/00  
 - european: H02J1/08  
**Application number:** DE19981046319 19981008  
**Priority number(s):** DE19981046319 19981008

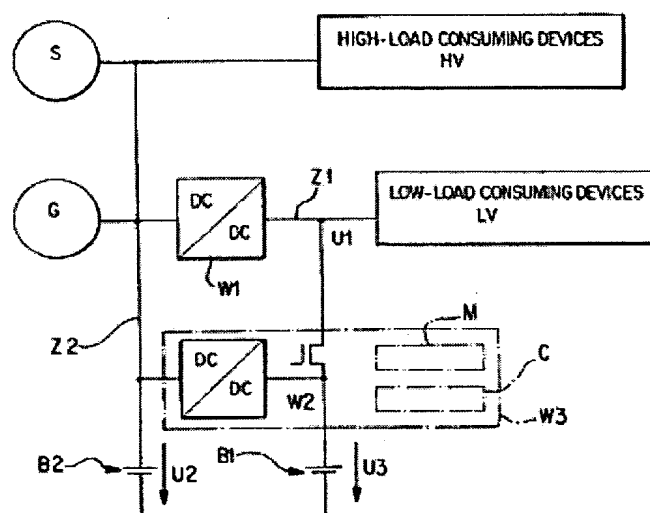
**Also published as:**

 US6384489 (B1)  
 GB2342515 (A)  
 FR2784517 (A1)

[Report a data error here](#)

**Abstract of DE19846319**

The energy supply circuit has a multi-level controller (W3) providing 3 voltage planes (U1, U2, U3), with respective input/output terminals coupled to 2 different voltage supply paths (Z1, Z2) for HV loads and LV loads and to a back-up energy storage battery (B1), with a variable current distribution between the different input/output terminals.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 198 46 319 C 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 60 R 16/02**  
H 02 M 3/00

②① Aktenzeichen: 198 46 319.7-34  
②② Anmeldetag: 8. 10. 1998  
④③ Offenlegungstag: -  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 17. 2. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Blümel, Roland, Dr., 70599 Stuttgart, DE; Schmidt,  
Fritz, Dr.-Ing., 71332 Waiblingen, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 38 41 769 C1  
DE 196 00 074 A1  
DE 40 28 242 A1

⑤④ **Energieversorgungsschaltung für ein Kraftfahrzeugbordnetz mit zwei Spannungsversorgungs Zweigen**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Energieversorgungsschaltung für ein Kraftfahrzeugbordnetz mit zwei Spannungsversorgungs Zweigen auf unterschiedlichen Spannungsebenen, wobei der erste Spannungsversorgungs Zweig über einen elektrischen Gleichspannungswandler von dem zweiten Spannungsversorgungs Zweig und der zweite Spannungsversorgungs Zweig von einem Generator speisbar ist.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, daß ein Mehrfachwandler W3 mit drei Spannungsebenen vorhanden ist, dessen einer Ein/Ausgang mit dem zweiten Spannungsversorgungs Zweig, dessen anderer Ein/Ausgang mit dem ersten Spannungsversorgungs Zweig und dessen dritter Ein/Ausgang mit dem ersten Spannungsversorgungs Zweig zugeordneten Energiespeicher B1 verbunden ist.

DE 198 46 319 C 1

DE 198 46 319 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Energieversorgungsschaltung für ein Kraftfahrzeugbordnetz mit zwei Spannungsversorgungszweigen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Die Entwicklung neuer Komponenten im Automobilbau wie z. B. der elektromagnetischen Ventilsteuerung (EMVS), des elektrisch beheizbaren Katalysators etc. sowie der Trend, bisher über Riemen angetriebene Komponenten elektrisch anzutreiben, haben die elektrische Gesamtleistung der zu versorgenden Verbraucher stark anwachsen lassen. Mit den derzeitigen 12 V-Bordnetzen auf 14 V-Generatorspannung kann dieser Leistungsbedarf nicht mehr vernünftig abgedeckt werden. Es ist bekannt, dem 12 V-Bordnetz höhere Spannungsebenen zu überlagern, welche die Hochlastverbraucher, z. B. EMVS, Heizungen, Lüfter, Stellmotoren speisen. Verbraucher mit geringer Leistungsaufnahme verbleiben nach wie vor auf der 12 V-Ebene.

Es zeichnet sich zunehmend ab, daß ein Bordnetz mit einer 42 V-Spannungversorgung für Hochlastverbraucher und einer 12 V- bzw. 14 V-Spannungversorgung für Niederspannungsverbraucher wie z. B. die Beleuchtung oder elektronische Steuergeräte angestrebt wird. Die Spannungsebene der Hochlastverbraucher ist damit auf das Dreifache des heutigen 14 V-Niveaus (Generatorspannung) angehoben.

Bordnetzanordnungen mit zwei energetisch koppelbaren Batterien sind aus der DE 40 28 242 A1 und der DE 38 41 769 C1 bekannt, wobei die Batterien auf ungefähr gleichem Spannungsniveau von 12–14 V liegen. Ferner ist aus der DE 196 00 074 A1 ein Fahrzeugbordnetz mit zwei Spannungsebenen bekannt, wobei die höhere Spannungsebene durch eine Parallelschaltung mehrerer Chopperstufen realisiert ist.

In einer typischen, an sich bekannten und in Fig. 3 dargestellten Konfiguration speisen ein mit einem Energiespeicher B2 gepufferter Generator G einen Starter S und ein 42 V-Netz für die Hochlastverbraucher HV. Das 14 V-Netz der Niederlastverbraucher NV wird über eine eingangsseitig mit dem Generator G verbundene Leistungselektronik versorgt, beispielsweise über einen DC/DC-Wandler W, z. B. einem unidirektionalen Tiefsetzsteller (Buck-Converter) oder einem bidirektionalen Tief/Hochsetzsteller (Buck-Boost-Converter). Auch das 14 V-Netz ist mit einem Energiespeicher, Batterie B1, zur Abgabe von Leistungsspitzen und gegen Überspannungen gepuffert.

Mit der Anhebung der Spannungsebene der Hochlastverbraucher auf 42 V ergeben sich mehrere Vorteile. Die Gleichrichterverluste im Generator werden auf ein Drittel reduziert. Die Reduzierung der Ströme bei gleicher Leistung ermöglicht eine Verringerung von Kabelquerschnitten, einen erleichterten Einsatz von Halbleiterschaltern, die Ersetzung von Schraubverbinder durch Steckverbinder etc.. Auch verringert sich der relative Spannungsabfall und der Massenersatz. Weitere Vorteile und vorteilhafte Betriebsweisen der bekannten Bordnetzarchitektur werden im folgenden skizziert.

Bei der beschriebenen Bordnetzkonfiguration wird seitens der Anmelderin als Nachteil angesehen, daß die zu spezifizierenden Spannungsgrenzen für den 14 V-Zweig der Niederspannungsverbraucher NV den vollen Spannungshub umfassen müssen, der sich durch die notwendige Ladespannung einerseits sowie andererseits der Entladespannung bei Puffervorgängen zur Abdeckung von Spitzenleistungen oder der Versorgung von Verbrauchern bei Motorstillstand ergibt. So ist bei Verwendung von z. B. herkömmlichen Blei-Säure-Batterie für die Verbraucher ein Toleranzband von 11–16 V erforderlich. Bei Verwendung anderer Batte-

rietypen z. B. NiMH Nickel-Metalhydrid-Batterien kann aufgrund anderer Verhältnisse von Ladeschlußspannung zu Entladeschlußspannung ein noch breiteres Toleranzband erforderlich sein.

Der im Netz auftretende Spannungshub stellt besondere Anforderungen an die Auslegung der Verbraucher erhöht die Kosten und kann negative Rückwirkungen wie z. B. Lebensdauerverkürzungen bei Glühlampen zur Folge haben.

Aufgabe der Erfindung ist es, unter Beibehaltung der Vorteile der geschilderten Bordnetzarchitektur, diese dahingehend zu verbessern, daß für die Verbraucher ein engeres Toleranzband ermöglicht wird.

Diese Aufgabe wird durch eine Energieversorgungsschaltung gemäß dem Anspruch 1 gelöst.

Erfindungsgemäß ist das Niederspannungsnetz (erster Spannungsversorgungszweig) mit dem ihm zugeordnete Energiespeicher B1 nicht mehr direkt sondern über einen Mehrfachwandler W3 (Multi-Level-Controller) verbunden.

Die Entkopplung der Versorgung des Niederspannungsnetzes von der Batterieklemmenspannung ermöglicht, gemäß Anspruch 2, die Ausgangsspannung des ersten Wandlers W1, welcher das Netz der Niederspannungsverbraucher NV speist, auf einen festen Wert  $U_E$  zu regeln, welcher der Entladespannung der Batterie entspricht. Hierdurch wird ein enges Toleranzband (z. B. 11,8 V ... 12,8 V) der Versorgungsspannung vorgebbbar, was die Auslegung erleichtert und z. B. bei Glühlampen die Lebensdauer verlängert.

Die Entkopplung ermöglicht in der Weiterbildung nach Anspruch 3 eine optimale und schnelle Batterieladung mit einer z. B. auf die Temperatur der Batterie abgestimmten Ladespannung  $U_L$  ohne unerwünschte Rückwirkungen auf die Niederspannungsverbraucher NV im ersten Spannungsversorgungszweig, welche mit der niedrigeren, eng tolerierten Entladespannung  $U_E$  gespeist werden.

In Abhängigkeit der Spannungsverhältnisse im Bordnetz kann der Mehrfachwandler W3 in weitere vorteilhafte Betriebsweisen geschaltet werden.

Einzelheiten und vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Energieversorgungsschaltung ergeben sich aus weiteren Unteransprüchen in Verbindung mit der folgenden Beschreibung.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird nachstehend erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Schaltbild der erfindungsgemäßen Energieversorgungsschaltung,

Fig. 2 eine Anordnung der erfindungsgemäßen Energieversorgungsschaltung im Fahrzeug,

Fig. 3 eine Energieversorgungsschaltung nach dem Stand der Technik.

Die Fig. 1 zeigt die erfindungsgemäße Energieversorgungsschaltung, welche aus der bereits beschriebenen Anordnung gemäß dem Stand der Technik in Fig. 3 weiterentwickelt wurde. Der mit dem Energiespeicher B2 gepufferte Generator G speist den Starter S und das 42 V-Netz für die Hochlastverbraucher HV, welche Teil des zweiten Spannungsversorgungszweiges Z2 sind. Das Netz der Niederlastverbraucher NV im ersten Spannungsversorgungszweig Z1 wird über einen eingangsseitig mit dem zweiten Spannungsversorgungszweig Z2 verbundenen DC/DC-Wandler W1, insbesondere einem Tiefsetzsteller (Buck-Converter) mit einer konstanten, eng tolerierten Versorgungsspannung  $U_1$  versorgt. Vorzugsweise ist der Wandler W1 so ausgelegt, daß er die Grundlast im ersten Spannungsversorgungszweig Z1 abdecken kann.

Erfindungsgemäß wird der dem ersten Spannungsversorgungszweig Z1 zugeordnete Energiespeicher B1 durch den Mehrfachwandler W3 an beide Spannungsversorgungszweig Z1, Z2 angekoppelt. Der Mehrfachwandler W3 mit

drei Spannungsebenen ermöglicht eine Steuerung der Leistungssteuerung zwischen seinen drei Ein/Ausgängen, wobei jeder Ein/Ausgang auf eine der drei Spannungsebenen U1, U2, U3 eingeregelt ist.

Für die avisierte Anwendung kann der Mehrfachwandler W3 vereinfacht aufgebaut werden aus einem gewöhnlichen zweiten Gleichspannungswandler (DC/DC-Wandler) W2 und einem Leistungsschalter (MOSFET-Transistor) LS, wie dies in Fig. 1 innerhalb des strichpunktiierten Kastens dargestellt ist. Mit dem Leistungsschalter LS kann der Leistungsstrom zwischen einerseits dem ersten Energiespeicher B1 sowie dem zweiten Gleichspannungswandler W2 und andererseits dem ersten Spannungsversorgungsnetz Z1 unterbrochen werden.

Es ist vorteilhaft, wenn der vergleichsweise kostengünstige erste Wandler W1 so ausgelegt ist, daß er die Grundlast im ersten Spannungsversorgungsweig abdecken kann. Dann kann im Normalbetrieb der Mehrfachwandler W3 so eingestellt werden, daß von ihm kein Leistungsstrom in den ersten Spannungsversorgungsweig Z1 gespeist wird.

Der Mehrfachwandler W3 bzw. der Wandler W2 und der Leistungsschalter LS können in Abhängigkeit der Spannungsverhältnisse im gesamten Bordnetz in folgende Betriebsweisen versetzt werden:

Im Ladebetrieb wird der Mehrfachwandler W3 so geregelt, daß der erste Energiespeicher B1 von dem zweiten Spannungsversorgungsweig Z2 gespeist wird, wobei der mit dem Energiespeicher B1 verbundene dritte Ein/Ausgang auf eine Ladespannung U<sub>L</sub> des Energiespeichers B1 geregelt wird. In der vereinfachten Ausführung ist im Ladebetrieb der Leistungsschalter LS geöffnet und die Ausgangsspannung des zweiten Wandlers W2 so eingeregelt, daß zur Aufladung des Energiespeichers B1 der Wandler auf die Ladeschlußspannung U<sub>L</sub> geregelt wird, das entspricht der erforderlichen Spannung zum Erreichen einer 100% Vollaadung des Energiespeichers B1. Aufgrund der Entkopplung des Energiespeichers B1 vom ersten Spannungsversorgungsweig Z1 kann dieser auch im Ladebetrieb des Energiespeichers B1 über den Wandler W1 mit einer eng tolerierten Entladespannung U<sub>E</sub> gespeist werden.

In einem ersten Speisebetrieb kann bei Generatorstillstand, bei Spitzenlast im ersten Spannungsversorgungsweig Z1 oder einem Ausfall des ersten Gleichspannungswandlers W1 ein Leistungsstrom von dem ansonsten im Normalbetrieb abgekoppelten Energiespeicher B1 in den ersten Spannungsversorgungsweig Z1 eingespeist werden. In der vereinfachten Ausführung des Wandlers W3 wird dazu der zweite Gleichspannungswandler W2 auf sperrend geschaltet und der Leistungsschalter LS geschlossen.

In einem zweiten Speisebetrieb kann zur weiteren Unterstützung der Versorgung im ersten Spannungsversorgungsweig Z1 zusätzlich ein Leistungsstrom von dem zweiten Spannungsversorgungsweig in den ersten Spannungsversorgungsweig Z1 eingespeist werden. Dazu wird in der vereinfachten Ausführung des Wandlers W3 der Leistungsschalter LS geschlossen und der Wandler W2 so geregelt, daß sich ein Leistungsstrom vom zweiten Spannungsversorgungsweig Z2 zu dem ersten Spannungsversorgungsweig Z1 einstellt, wobei die Ausgangsspannung des Wandlers W2 auf die Entladespannung U<sub>E</sub> abgeregelt wird.

Eventuell kann zur Bereitstellung der Startenergie auch eine Rückspeisung von U3 auf U2 vorgesehen sein. Dazu kann der Mehrfachwandler W3 im Rückspeisebetrieb so geregelt werden, daß zur Bereitstellung von Startenergie ein Leistungsstrom von dem ersten Energiespeicher B1 in den zweiten Spannungsversorgungsweig Z2 einspeisbar ist, um in dem zweiten Energiespeicher B2 einen startfähigen Ladezustand herzustellen.

In der vereinfachten Ausführung kann dazu der zweite DC/DC-Wandler W2 als bidirektionaler Wandler (Hoch-Tiefsetzsteller, Buck-Boost-Converter) ausgebildet sein. Alternativ bietet sich für W2 die Parallelschaltung eines unidirektionalen mit einem bidirektionalen Wandler an, welche in ihrer Leistung den typischen erforderlichen Leistungsströmen angepaßt sind. Der bidirektionale Wandler dient im Reverse-Betrieb zum Laden der Batterie des zweiten Spannungsversorgungsweiges Z2 aus dem ersten Energiespeicher B1. Im Vorwärtsbetrieb kann der parallelgeschaltete unidirektionale Wandler zusätzlich zur Abdeckung von Spitzenlasten im ersten Spannungsversorgungsweig Z1 herangezogen werden.

Im Rahmen zukünftiger Bordnetzsanwendungen kann es sinnvoll sein, auch den ersten Gleichspannungswandler W1 bidirektional auszuliegen, um hier einen zusätzlichen Rückspeisestrompfad vom ersten Z1 auf den zweiten Spannungsversorgungsweig Z2 bereitzustellen.

Zur Steigerung der Spannungsqualität und der Versorgungssicherheit kann man, den ersten Gleichspannungswandler W1 in mehrere Wandler mit geringerer Leistung auflösen, die an verschiedenen Orten im Fahrzeug verteilt sind und in den ersten Spannungsversorgungsweig Z1 einspeisen.

Sollte trotz aller Vorkehrungen ein Fremdstart erforderlich sein, erfolgt dieser in Form einer Aufladung mindestens einer der Energiespeicher B1, B2 des Fahrzeugs, bis die Start- und Betriebsfähigkeit aus eigener Kraft möglich ist, da in zukünftigen Fahrzeugen einige sicherheitsrelevante Verbraucher auf funktionsfähige Energiespeicher angewiesen sein werden. Eine entsprechende Einspeisevorrichtung zur kontrollierten, strombegrenzten Einspeisung ist daher vorzusehen. Aus Kompatibilitätsgründen geschieht dies vorzugsweise auf der U1-Seite oder der U3-Seite z. B. an einem der Wandler W1, W2, W3 mittels eines normierten Steckers.

Die Bordnetzstruktur bietet verbunden mit einem geeigneten Bordnetzmanagement eine Erhöhung der Verfügbarkeit und Betriebssicherheit. Durch die Teilredundanz der Energiespeicher B1, B2 wird der Einsatz und die Entwicklung sicherheitskritischer Systeme erleichtert. Insbesondere ergibt sich eine redundante Absicherung sicherheitskritischer Steuerelektroniken, indem diese aus beiden Spannungsversorgungsweigen Z1, Z2 gespeist werden können.

Grundvoraussetzung ist jedoch die Auslegung des Generators G auf die größte auftretende Dauerleistung im Bordnetz. Mit einem geeigneten Bordnetzmanagement kann die notwendige Spitzenleistung begrenzt und eine Optimierung des Energiehaushalts erreicht werden. Das Bordnetzmanagement stellt dabei sicher, daß die Spannungen innerhalb spezifizierter Grenzen bleiben. Es müssen Vorkehrungen getroffen werden gegen Überspannung bei Lastabwurf oder Fremdstart und gegen Verpolung. Insbesondere muß der Generator eine Schnellentregelung zur Vermeidung von Überspannungen bei Lastabwurf enthalten. Gegebenenfalls muß eine zentrale Absicherung gegen Überspannung eingebaut werden.

Die beiden Energiespeicher B1, B2 sind gemäß ihrer Funktionen optimierbar, insbesondere ist es vorteilhaft, den Energiespeicher B2 in Hinblick auf die Versorgung des Starters S leistungsoptimiert, z. B. als Superkondensator und den Energiespeicher B1 als energieoptimierte Batterie auszubilden. Im zweiten Spannungsversorgungsweig Z2 wird die mittlere Leistung durch den Generator G bereitgestellt. Spitzenleistungen werden im Normalfall durch den Energiespeicher B2 abgedeckt.

Durch die getrennten Energiespeicher der beiden Spannungsebenen wird in Verbindung mit einer durch das Bord-

netzmanagement geschalteten geeigneten Betriebsweise die Startersicherheit erhöht. Zur Gewährleistung der Startersicherheit wird angestrebt den zweiten Energiespeicher B2 (36 V-Batterie) nicht mit Ruhestrom zu belasten. Dazu wird bei ausgeschaltetem Verbrennungsmotor im Normalfall der DC/DC-Wandler W1 von U2 nach U1 auf gesperrt geschaltet, was eine Entladung des Energiespeichers B2 zu Lasten der Startenergie verhindert. Des weiteren kann vorgesehen sein, daß an U2 betriebene Verbraucher, die auch bei ausgeschaltetem Verbrennungsmotor im Normalfall betreibbar sind, im Notfall über das Bordnetzmanagement abschaltbar sind.

Zur Überwachung des Ladezustandes der beiden Energiespeicher B1, B2 und/oder der Spannung in den beiden Spannungsversorgungszweigen Z1, Z2 ist eine Überwachungseinrichtung vorgesehen, welche in vorteilhafter Weise in dem Mehrfachwandler W3 integriert ist, da dieser mit der Klemmenspannung der beiden Energiespeicher B1, B2 verbunden ist. Die Überwachungseinrichtung kann in Abhängigkeit der detektierten Spannungs- und Lastverhältnisse den Mehrfachwandler W3 in die bereits dargestellten Betriebsweisen versetzen.

Zur Vermeidung einer zu häufigen Entladung des ersten Energiespeichers B1 (12 V-Batterie) trotz laufendem Generator G kann eine Leistungsmanagementfunktion mit von ihr angesteuerten Leistungsverteiler im Fahrzeug integriert sein. Sie kann vom Mehrfachwandler W3 Information über den Ladezustand sowie die Strombilanz des ersten Energiespeichers B1 bekommen. Dazu kann in den Mehrfachwandler W3 neben einer Kommunikationseinrichtung zur Kommunikation mit einer Leistungsmanagementfunktion eine Strommeßeinrichtung integriert sein, wobei der Innenwiderstand des als MosFet-Schalter ausgebildeten Leistungsschalters LS als Meßwiderstand für die Ladebilanzierung herangezogen werden kann.

Für künftige Batterie-Technologien (z. B. Lithium-Ionen) ist ein spezielles Laderegime unter Vermeidung von Überladung und Tiefentladung der Batterie unbedingt erforderlich. Eine solche Einrichtung zur Batterieladung und Batterieüberwachung kann sinnvollerweise in den Mehrfachwandler W3 integriert werden.

In Fig. 2 ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Energieversorgungsschaltung mit dessen räumlicher Anordnung im Fahrzeug dargestellt. Funktionell entsprechende Komponente sind mit gleichen Positionszeichen bezeichnet wie in Fig. 1.

Im vorderen Teil des Fahrzeugs ist der unidirektionalen Wandler W1 angeordnet, der eventuell direkt in einem Generatorwechselrichter WR oder einen Leistungsverteiler LV integriert sein könnte. Der bidirektionale Wandler W2 befindet sich sinnvollerweise nahe der im hinteren Teil des Fahrzeugs angeordneten Versorgungsbatterie B1.

In den beiden dargestellten Leistungsverteiler LV wird die Leistung in beiden Spannungsversorgungszweigen Z1, Z2 auf (in Fig. 2 nicht dargestellte) Verbraucher weiterverteilt. Die Leistungsverteilung kann dabei durch ein übergeordnetes Leistungsmanagement LM in Abhängigkeit des Energiehaushaltes steuerbar sein.

Der unidirektionale Wandler W1 speist ein relativ eng toleriertes 12 V-Bordnetz (erster Spannungsversorgungszweig Z1), an dem die Niederspannungs- oder Niederlast-Verbraucher NV angeschlossen sind. Seine Ausgangsspannung U1 wird auf einen Wert geregelt, der der Entladespannung U<sub>E</sub> der Batterie B1 entspricht. Er muß so dimensioniert sein, daß er die mittlere Leistung im 12 V-Zweig Z1 abdeckt.

Der bidirektionale Wandler W2 versorgt die im Normalbetrieb vom 12 V-Bordnetz Z1 abgetrennte Batterie B1 mit der optimalen Ladespannung U<sub>L</sub>. Bei Bedarf wird die Ver-

bindung zwischen dem 12 V-Bordnetz Z1 und der Batterie B1 durch den gesteuerten Halbleiterschalter LS (z. B. MosFet) hergestellt. Die Ansteuerungsvorrichtung für diesen Schalter LS, die sinnvollerweise in den bidirektionalen Wandler W2 integriert ist, detektiert die Spannung im 12 V-Zweig Z1 und stellt bei Überlastung die Verbindung mit dem Ausgang von Wandler W2 und der 12 V-Batterie B1 her. Gleichzeitig wird die Ausgangsspannung des Wandlers W2 reduziert, er liefert nun ebenfalls Strom in den 12 V-Zweig Z1. Übersteigt der Leistungsbedarf die Summe der Leistungsabgabe der beiden Wandler W1, W2, so übernimmt die 12 V-Batterie B1 die Pufferung.

Um einen Fremdstart eines Fahrzeugs mit der erfindungsgemäßen Energieversorgungsschaltung zu ermöglichen, ist der Gleichspannungswandler W2 bidirektional ausgelegt. Damit kann anstelle von Starthilfe Ladehilfe durch Anlegen einer 12 V-Spannung an den ersten Spannungsversorgungszweig Z1 gegeben werden. Versuche haben gezeigt, daß eine intakte, aber vom Ladezustand her startunfähige Batterie B1 nach Laden mit ca. 400 W Ladeleistung auch bei tiefen Temperaturen in vertretbarer Zeit in der Lage ist, den Motor zu starten, weshalb der Wandler W2 vorzugsweise auf 400 W auszulegen ist. Hilfreich ist, daß die eingespeiste Ladung zuerst in der Doppelschicht der Batterie B2 gespeichert wird und sich auf diesem Weg praktisch eine Leistungssteigerung der "leeren" Batterie ergibt, die normalerweise für einen Start des Motors ausreicht. Allerdings sollte die externe Ladehilfe sowieso nur in Ausnahmefällen notwendig sein, da die Startbatterie B2 auch durch Rückspeisung aus der Versorgungsbatterie B1 in einen startfähigen Zustand gebracht werden kann. Zur Gewichtseinsparung durch Beschränkung auf die unbedingt notwendige Kapazität der 12 V-Versorgungsbatterie B1 sollte sichergestellt sein, daß diese Batterie B1 grundsätzlich in einem Ladezustand von mehr als 80% gehalten und auch nicht durch Überladung in Folge zu hoher Ladespannung geschädigt wird. Voraussetzung dafür ist eine temperaturgeführte Regelung der Spannung, die an der Batterie B1 anliegt.

Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ist, daß der Toleranzbereich der Versorgungsspannung U1 zur Vermeidung einer verkürzten Lebensdauer durch Überspannung z. B. von Glühlampen bzw. der optimalen Auslegung der Verbraucher im ersten Spannungsversorgungszweig Z1 reduziert werden kann. Bei einem konventionellem Bordnetz muß beispielsweise ein Fensterhebermotor bereits bei 9 V genügend Leistung aufnehmen können, um auch ggf. schwergängige Scheiben zu bewegen; gleichzeitig darf er bei maximaler Ladespannung nicht überlastet werden. Eine Reduzierung des erlaubten Spannungshubs würde daher sicher zu einer beträchtlichen Material- und Kosteneinsparung der angeschlossenen Verbraucher führen. Die in konventionellen Bordnetzspezifikationen angegebenen Spannungsgrenzen für den 14 V-Zweig beinhalten den vollen Spannungshub, der sich durch die notwendige Ladespannung sowie der Entladespannung der Batterie B1 bei Puffervorgängen zur Abdeckung von Leistungsspitzen oder der Versorgung von Verbrauchern bei Motorstillstand ergibt. Die Erfüllung der Forderung nach einer noch enger tolerierten Spannung, ist daher nur durch die erfindungsgemäße Abtrennung der Batterie B1 erreichbar.

Für eine Versorgungsbatterie B1 in Blei-Säure-Technik könnte die Regelspannung von Wandler W1 z. B. 12,3 V betragen. Im Generatorbetrieb wäre damit ein eng tolerierter Spannungshub von ca. 11,8 V bis 12,8 V erreichbar. Ein ähnlicher Spannungsbereich ist auch mit einer dreizelligen Lithium-Batterie erreichbar, so daß die beschriebene Anordnung offen für die zukünftige Technologieentwicklung ist. Als weiterer Vorteil ermöglicht die Abtrennung der Batterie

B1 die Implementierung eines der jeweiligen Batterietechnologie optimal angepaßten Laderegimes.

Im Batteriebetrieb bei abgeschaltetem Verbrennungsmotor muß das 12 V-Bordnetz Z1 aus der 12 V-Batterie B1 versorgt werden. Zur Vermeidung von Verlusten für die Öffnung des Halbleiterschalters LS wird es sinnvoll sein, diesen durch den Ruhekontakt eines parallel geschalteten Relais R zu überbrücken.

Der bidirektionale Wandler W2 hat Zugriff auf die Klemmenspannungen beider Batterien B1, B2. Es bietet sich daher an, in ihm Funktionen zur Ladezustandkontrolle anzuordnen. Über einen Daten Bus (CAN-BUS) kann diese Information einem übergeordneten Leistungsmanagement LM zur Verfügung gestellt werden oder intern zur Regelung eines Ladungsaustausches zwischen den beiden Batterien B1, B2 verwendet werden.

#### Patentansprüche

1. Energieversorgungsschaltung für ein Kraftfahrzeugbordnetz mit zwei Spannungsversorgungszweigen auf unterschiedlichen Spannungsebenen,

- wobei der erste Spannungsversorgungszweig über einen elektrischen Gleichspannungswandler von dem zweiten Spannungsversorgungszweig und der zweite Spannungsversorgungszweig von einem Generator gespeist wird,
- wobei zumindest ein Spannungsversorgungszweig durch einen zugeordneten Energiespeicher gepuffert ist,

**dadurch gekennzeichnet**, daß ein Mehrfachwandler (W3) mit drei Spannungsebenen (U1, U2, U3) vorhanden ist, dessen einer Ein/Ausgang mit dem zweiten Spannungsversorgungszweig (Z2), dessen anderer Ein/Ausgang mit dem ersten Spannungsversorgungszweig (Z1) und dessen dritter Ein/Ausgang mit einem dem ersten Spannungsversorgungszweig (Z1) zugeordneten Energiespeicher (B1) verbunden ist, wobei der Mehrfachwandler (W3) eine variable Aufteilung der Leistungsströme zwischen verschiedenen Ein/Ausgängen bedarfsweise ermöglicht.

2. Energieversorgungsschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Gleichspannungswandler (W1) den ersten Spannungsversorgungszweig (Z1) permanent mit einer Spannung  $U_E$  speist, welche einer Entladespannung des ersten Energiespeichers (B1) entspricht.

3. Energieversorgungsschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Mehrfachwandler (W3) in einem Ladebetrieb so geregelt wird, daß der erste Energiespeicher (B1) von dem zweiten Spannungsversorgungszweig (Z2) gespeist wird, wobei der mit dem ersten Energiespeicher (B1) verbundene dritte Ein/Ausgang auf eine Ladespannung  $U_L$  des ersten Energiespeichers (B1) geregelt wird.

4. Energieversorgungsschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Mehrfachwandler (W3) im Normalbetrieb so eingestellt ist, daß von ihm kein Leistungsstrom in den ersten Spannungsversorgungszweig (Z1) gespeist wird.

5. Energieversorgungsschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Mehrfachwandler (W3) in einem ersten Speisebetrieb so geregelt wird, daß ein Leistungsstrom von dem ersten Energiespeicher (B1) in den ersten Spannungsversorgungszweig (Z1) einspeisbar ist.

6. Energieversorgungsschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Mehrfachwandler (W3)

in einem zweiten Speisebetrieb so geregelt wird, daß zur Pufferung von Leistungsspitzen zusätzlich zu einem Leistungsstrom von dem ersten Energiespeicher (B1) ein Leistungsstrom von dem zweiten Spannungsversorgungszweig (Z2) in den ersten Spannungsversorgungszweig (Z1) einspeisbar ist.

7. Energieversorgungsschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Mehrfachwandler (W3) im Rückspeisebetrieb so geregelt wird, daß zur Bereitstellung von Startenergie ein Leistungsstrom von dem ersten Energiespeicher (B1) in den zweiten Spannungsversorgungszweig (Z2) einspeisbar ist, um in dem zweiten Energiespeicher (B2) einen startfähigen Ladezustand herzustellen.

8. Energieversorgungsschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Überwachung des Ladezustandes der beiden Energiespeicher (B1, B2) und/oder zur Überwachung der Spannung an den beiden Spannungsversorgungszweigen (Z1, Z2) eine Überwachungseinrichtung vorgesehen ist, welche in dem Mehrfachwandler (W3) integriert ist.

9. Energieversorgungsschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in den Mehrfachwandler (W3) eine Strommeßeinrichtung zur Ladebilanzierung für den ersten Energiespeicher (B1) integriert ist.

10. Energieversorgungsschaltung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenwiderstand des als MosFet-Schalter ausgebildeten Leistungsschalters (LS) als Meßwiderstand für die Ladebilanzierung herangezogen wird.

11. Energieversorgungsschaltung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Mehrfachwandler (W3) eine Kommunikationseinrichtung zur Kommunikation mit einer Leistungsmanagementschaltung des Bordnetz vorgesehen ist.

12. Energieversorgungsschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Mehrfachwandler (W3) eine Einrichtung zur Batterieladung und Batterieüberwachung für den ersten Energiespeicher (B1) integriert ist.

13. Energieversorgungsschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Mehrfachwandler (W3) gebildet wird durch einen Gleichspannungswandler (W2) und einen Leistungsschalter (LS), wobei

- mit dem Gleichspannungswandler (W2) ein Leistungsstrom von dem zweiten Spannungsversorgungszweig (Z2) zu dem ersten Energiespeicher (B1) regelbar ist und
- mit dem Leistungsschalter (LS) der erste Spannungsversorgungszweig (Z1) von dem Energiespeicher (B1) und dem Gleichspannungswandler (W2) abtrennbar ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

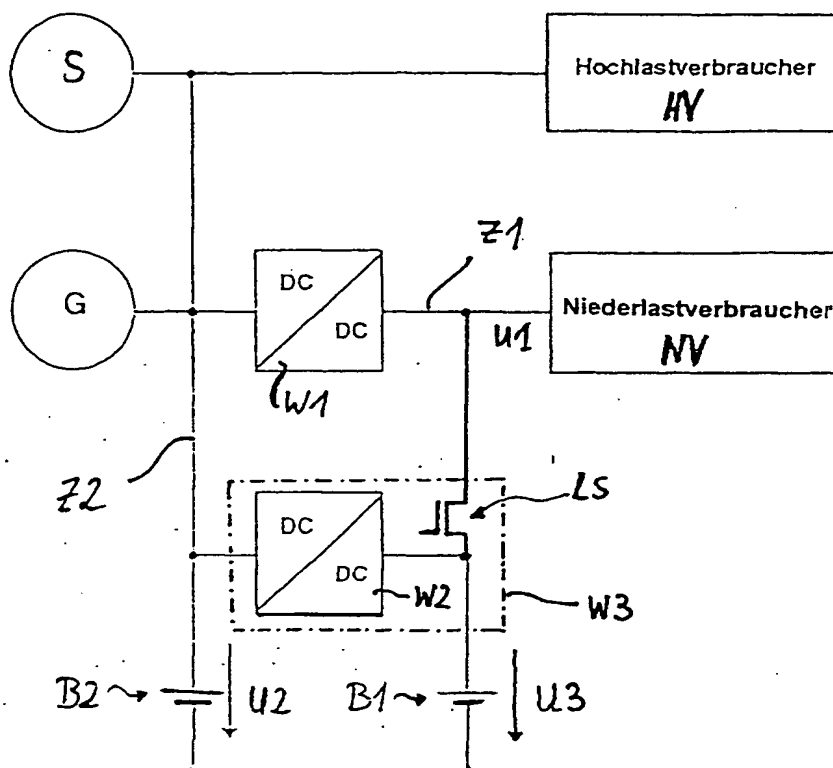


Fig. 1

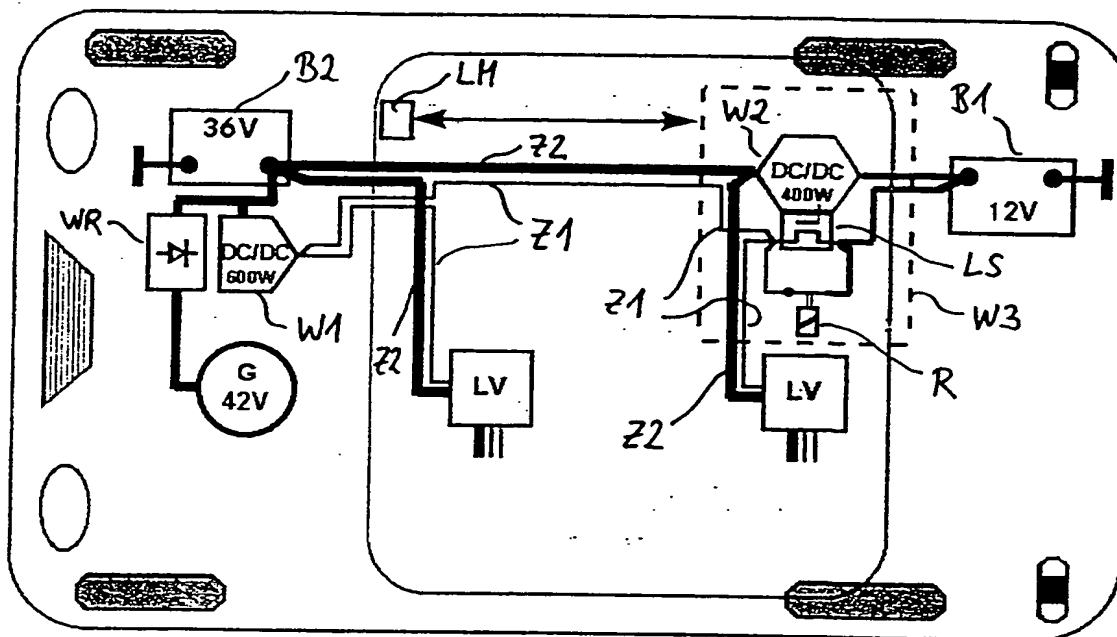


Fig. 2



# STAND DER TECHNIK

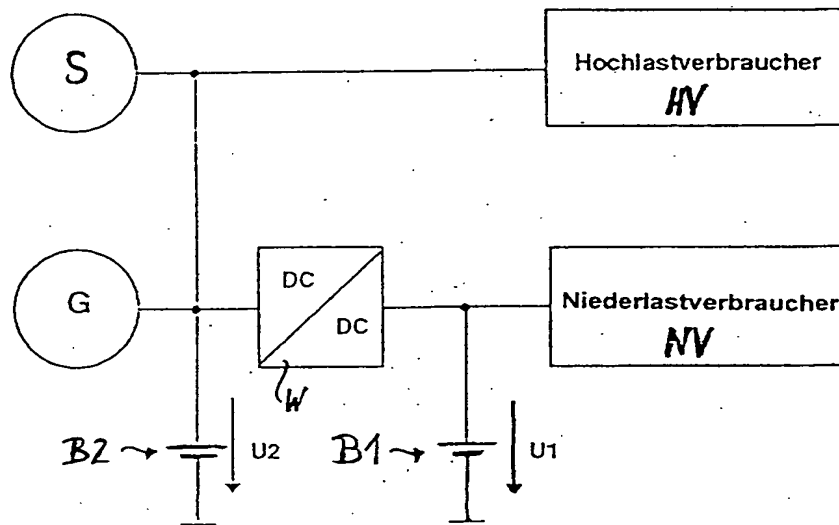


Fig. 3